

神奈川県山北町人遠の神縄逆断層破碎帯中の 赤鉄鉱—石英岩中の海緑石

Glaucanite in Hematite-Quartz Rock in the Fault Crush Zone of Kannawa Reverse Fault at Hitotoo, Yamakita-machi, Kanagawa Prefecture, Japan

平田大二¹⁾・斎藤靖二¹⁾・永幡寛三²⁾・寺島靖夫³⁾・岡田嘉夫⁴⁾・加藤 昭⁵⁾

Daiji HIRATA¹⁾, Yasuji SAITO¹⁾, Hiromi NAGAHATA²⁾, Yasuo TERASHIMA³⁾,
Yoshio OKADA⁴⁾ & Akira KATO⁵⁾

Abstract. Glaucanite is found in a hematite-quartz rock of Hondanigawa Formation of Tanzawa Group of Neogene, involved in an outcrop of Kannawa Reverse Fault located in the southern part of Tanzawa Mountainland, central Japan. The hematite-quartz rock having a mudstone-like feature overlies an acidic pyroclastic rock comprising aluminoceladonite and magnetite with sharp boundary despite the disturbance due to the fault activities. Microscopically, the hematite-quartz rock is a sandstone composed of subround quartz and irregular-formed hematite grains with interstitial glaucanite, involved as thin intermittent platelets of sub-millimeter thick. They seem to be concentrated along minute fractures parallel to the boundary to the underlying pyroclastic rock. Also, glaucanite is found as minute undistorted spherules of about 0.1 mm order, the size being same as those of quartz grains. The microprobe analysis of platelets gives SiO₂ 49.99, Al₂O₃ 4.46, FeO (Total Fe) 23.32, MgO 4.16, CaO 0.44, Na₂O tr., K₂O 8.65, total 91.02%. The empirical formula was derived after three steps: firstly, the total of Fe + Mg + Al + Si = 6; secondly the total positive charge = 22, converting a part of FeO into Fe₂O₃, yielding Fe₂O₃ 23.49 and FeO 2.18, new total 93.37%. Finally, the rest handled H₂O. The derived formula is: (K_{0.82}Ca_{0.04})_{Σ0.86}(Fe³⁺_{1.31}Mg_{0.46}Fe²⁺_{0.14}Al_{0.10})_{Σ2.01}[(OH)₂](Si_{3.75}Al_{0.29})_{Σ4.00}O₁₀•0.64H₂O. X-ray powder study on the hand-picked material gives the stronger lines well corresponding to the existing data for glaucanite (ICDD Card No. 9-439), together with the diffraction lines of quartz, hematite and stilbite. Since the exposure of the rock is situated in the area of zeolite facies regional metamorphism, it is highly likely that the glaucanite is its product thereof.

Key words: glaucanite, hematite-quartz rock, Tanzawa Group, zeolite facies, metamorphic mineral, Kannawa reverse fault

¹⁾ 神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
平田大二 : hirata@nh.kanagawa-museum.jp

²⁾ 神奈川県横浜市青葉区すすき野
Susukino, Aoba, Yokohama, Kanagawa, Japan

³⁾ 神奈川県横浜市戸塚区上柏尾町
Kamikashio-cho, Totsuka, Yokohama, Kanagawa, Japan

⁴⁾ 神奈川県足柄下郡箱根町湯本
Yumoto, Hakone, Ashigarashimo, Kanagawa, Japan

⁵⁾ 東京都大田区田園調布
Denenchofu, Ota, Tokyo, Japan

1. はじめに

海緑石 (Glaucanite) は、理論式 $K(Fe^{3+}, Mg, Fe^{2+}, Al)_2[(OH)_2](Si, Al)_4O_{10}(Fe^{3+} > Mg, Fe^{2+}, Al; [Si > Al])$ を持つ二八面体雲母の一つで (Rieder *et al.*, 1998)、これまで主に鉄に富む砂岩の膠結物質として広く産出することが知られてきた。日本国内でも東北や北陸、山陰地方などの新第三系凝灰質岩中に産出が確認されている (Kadota, 1956; 相田, 1968; 植田・鈴木, 1973; 矢野・島田, 1984 など)。神奈川県近隣では、千葉県房総半島の嶺岡帯中のアルカリ玄武岩に取り込まれた砂岩の中に認められている (平野・奥澤, 2002)。近年では、玄武岩の熱水変質産物としても確

認されている (D' Antonioli and Kristensen, 2005; Ionescu *et al.*, 2006)。

これまで神奈川県内では、海緑石の産出は未確認であった。2007 年 5 月、筆者らは神奈川県山北町人遠に露出する神縄逆断層破碎帯中に暗緑色の鉱物を確認し化学分析した結果、海緑石であることが判明した。本稿では、神奈川県内ではじめて確認された海緑石の産状と化学組成について報告し、その成因を考察する。



図 1. 位置図。★印が海緑石産出地点 (N35° 22' 5", E139° 4' 20")。国土地理院 1/25,000 地図画像「山北」を使用。

2. 産地と産状

今回海緑石が発見されたのは、神奈川県山北町人遠の南方約 800m、酒匂川の支流皆瀬川の一支流の分岐点に露出する神縄逆断層 (松島・今永, 1968) の露頭である (図 1)。露頭は高さ約 20m の崩落崖で、露頭に向かって右上から左下にかけて神縄逆断層 (走向ほぼ東西、北に緩傾斜) が認められる。断層の下盤側には第四系の足柄層群瀬戸層の礫岩、上盤側には新第三系の丹沢層群本谷川層の凝灰岩が現れている (神奈川県教育委員会, 1980)。上盤側の本谷川層が断層により著しく破壊変形されて断層破碎帯 (幅約 10m) となっている (図 2)。

海緑石は、上盤側の断層破碎帯となっている丹沢層群本谷川層の赤鉄鉱-石英岩中に認められた。赤鉄鉱-石英岩は一見暗赤色で泥岩様の成層岩である。海緑石は赤鉄鉱-石英岩の一部ある層準に、暗灰緑色をした厚さ 2~10cm の層状の濃集が観察される。海緑石濃集層の伸びの方向は、赤鉄鉱-石英岩の層理面と平行かまたは斜交する (図 3)。赤鉄鉱-石英岩の下位には、同じく本谷川層を構成するアルミノセラドン石および磁鉄鉱を含む酸性火砕岩が認められる。赤鉄鉱-石英岩と酸性火砕岩との境界は、断層破碎帯中ではあるものの明瞭である。

3. 鏡下観察と化学分析

鏡下では、赤鉄鉱-石英岩は粒状の石英の粒間を赤鉄鉱が埋めた細粒砂岩であることがわかる。海緑石は、その中に発達する地層の境界とほぼ平行な割れ目に沿ってやや光沢のある暗灰緑色で切れ切りの薄い小片を成すものと、砂岩粒子をなす石英と同程度の大きさで径 0.1 mm 程度の大きさの粒状をなすものとが認められる (図 4)。鏡下での劈開の痕跡からみて、どちらの場合も単一の集合は変形した単結晶から成っている。

国立科学博物館新宿分館のエネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (EPMA) を使用して、切れ切りの薄層をなす海緑石の組成分析を行った。その結果は、SiO₂ 49.99、Al₂O₃ 4.46、FeO 23.32、MgO 4.16、CaO 0.44、Na₂O tr、K₂O 8.65、計 91.02% を与えた。計算はまず Fe + Mg +



図 2. 海緑石を含む赤鉄鉱-石英岩が見られる露頭全景。神縄逆断層を挟んで、上盤に丹沢層群本谷川層、下盤に足柄層群瀬戸層が露出する。写真のほぼ中央部に本谷川層の赤鉄鉱-石英岩があらわれている。白線枠内は海緑石濃集部 (図 3)。写真は東北東を向いて撮影。

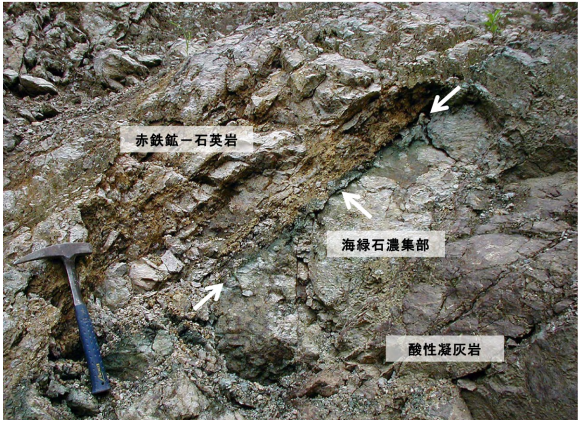


図 3. 海緑石濃集部の接近写真。図中央部から左上のやや色の濃い部分が赤鉄鉱-石英岩。図右下のやや色の淡い部分が酸性凝灰岩。図中央部の右上から左下に向けて、海緑石の濃集した層（長さ約 1m、厚さ 2～10cm）が伸びる。

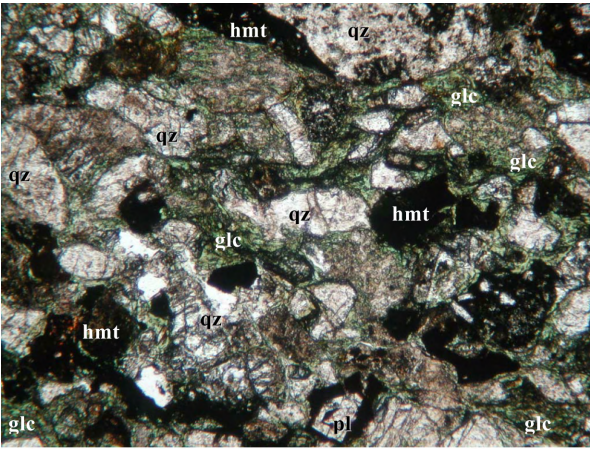


図 4. 海緑石濃集部の層理にほぼ垂直な断面の岩石薄片写真。層理は左右に平行。hmt（黒色部）：赤鉄鉱、glc（灰色部）：海緑石、qz（無色不定形）：石英、pl（無色結晶）：斜長石。写真の横幅は 2.5mm。

Al + Si = 6 とし、次に総計原子価 +22 となるよう Fe の一部を Fe³⁺、残りを Fe²⁺ として、Fe₂O₃ 23.49、FeO 2.18、計 93.37% を得た（表 1）。残余 6.63% を H₂O とした実験式は、 $(K_{0.82}Ca_{0.04})_{\Sigma 0.86}(Fe^{3+}_{1.31}Mg_{0.46}Fe^{2+}_{0.14}Al_{0.10})_{\Sigma 2.01}[(OH)_2](Si_{3.71}Al_{0.29})_{\Sigma 4.00}O_{10}] \cdot 0.64H_2O$ となり、Rieder et al., (1998) の理論式を満足する。

4. X線による検討

海緑石を含む赤鉄鉱-石英岩から海緑石の濃集部を分離し、X 線粉末回折実験を行った。その結果、10.18（強）、4.53（中）、3.64（中）、3.34（強）、3.08（弱）、2.58（中強）、2.40（中）、1.511（中）の反射を確認した。これらは ICDD Card No. 9-439 に与えられた 2 M 型海緑石のものとよく一致する。なお、この結果からは、多型の指定は行うことはできなかった。また、混入鉱物としては、石英のほか、モンモリロン石および東沸石（おそらく灰東沸石）が認められた。

5. 成因に関する考察

神縄逆断層の断層破碎帯の構成物は、丹沢層群を構成する酸性火砕岩を主成分とし、少量の砂岩を混じる。この中の酸性火砕岩の構成成分はアルミノセラドン石・モンモリロン石・斜長石・石英および磁鉄鉱であった（平田ほか, 2008）。なお、この断層破碎帯中にはやや磁性の強い砂岩の塊や層状をなした海緑石を含む赤鉄鉱層の存在も確認されている。

本邦産の堆積岩中の海緑石はすべて鏡下では非常に微細な葉片状の結晶集合からなるもので、続成作用の産物とされているが、このようなものを比較すると、本産地のものは明らかに結晶の粒度は大きい。また、本産地は丹沢山地を構成する広域変成岩帯の一部に含まれ、その

表 1. EPMA による海緑石の化学分析値。

	原分析値	FeO* 計算配分	Molecular quotient	Metal number	Oxygen number	Molecular number
SiO ₂	49.99		0.8312	0.8312	1.6400	3.705
Al ₂ O ₃	4.15		0.0437	0.0875	0.1312	0.390
FeO*	23.32		0.3246			
FeO		2.18	0.0305	0.0305	0.3050	0.136
Fe ₂ O ₃		23.49	0.1471	0.2942	0.4413	1.310
MgO	4.16		0.1032	0.1032	0.1032	0.460
MnO	-	-	-	-	-	-
CaO	0.44		0.0079	0.0079	0.0079	0.035
K ₂ O	8.65		0.0918	0.1837	0.0918	0.818
計	91.02	93.37				
H ₂ O(計算)		6.63	0.3680	0.7361	0.3680	3.378
計		100.00				

実験式：



中の沸石相に属するとされている (Seki et al., 1969)。こうしたことから、本産地の海緑石を含む赤鉄鉱－石英岩が沸石相程度の広域変成作用を受けており、今回発見の海緑石の少なくとも一部が、これに相当する変成条件の産物であった可能性は大きい。

謝 辞

海緑石の化学組成分析と同定をしていただいた国立科学博物館鉱物科学研究グループ横山一己博士および宮脇律郎博士にお礼申し上げる。なお、本研究の費用の一部には日本学術振興会科学研究費基盤研究 (C) (課題番号: 19611019、研究代表者: 斎藤靖二) を使用した。

引用文献

- 相田 毅, 1968. 北陸新第三系中の海緑石の鉱物学的研究. 新潟大学理学部地質学鉱物学教室研究報告. (2):1-16.
- D' Antonoil, M. & M. B. Kristensen, 2005. Hydrothermal alteration of oceanic crust in the West Philippine Sea Basin (Ocean Drilling Program Leg 195, Site 1201): Inference from a mineral chemistry investigation. *Mineralogy and Petrology*, **83**: 87-112.
- 平野直人・奥澤康一, 2002. 房総半島嶺岡帯西部のアルカリ玄武岩に取り込まれた砂岩の産状とそのテクニクスの意義. 地質学雑誌, **108**(11): 691-700.

- 平田大二・永幡寛三・加藤昭・岡田嘉夫・寺島靖夫, 2008. 神奈川県山北町人遠の神縄逆断層破砕帯下に産するモンモリロン石－磁鉄鉱－斜長石堆積物. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (37): 13-16, 神奈川県立生命の星・地球博物館.
- Ionescu, C., V. Hoeck & D. Pop, 2006. Glauconite and celadonite in the altered basaltic rocks from the Deleni-6042 deep well (Transylvanian Depression, Romania). *Acta Mineralogica- Petrographica, Abstract Series 5*, Szeged.
- Kadota, O., 1956. The mineral Glauconite from Fujikoto-Mura Akita Prefecture. *Journal of Geological Society of Japan*, **62**(726): 145-150.
- 神奈川県教育委員会, 1980. 神奈川県地質図 5 万分の一「秦野」図幅.
- 松島義章・今永 勇, 1968. 神縄逆断層について. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), **1**(1): 65-73.
- Rieder, M., G. Cavazzi, Y. S. D' yakonov, V. A. Frank-Kamenetskii, G. Gottardi, S. Guggenheim, P. V. Koval, G. Müller, A. M. R. Neiva, E. W. Radoslovich, J. -L. Robert, F. P. Sassi, H. Takeda, Z. Weiss & D. R. Wones, 1998. Nomenclature of the micas. *Canadian Mineralogy*, **36**: 905-912.
- Seki, Y., Y. Oki, T. Matsuda, K. Mikami & K. Okamura, 1969. Metamorphism and vein minerals in the Tanzawa Mountains, Central Japan. *Journal of Japan Association Mineralogists, Petrologists and Economical Geologists*, **66**:1-21.
- 植田良夫・鈴木光郎, 1973. 東北日本産海緑石とセラドナイトの K-Ar 年代. 地質学論集, (8):151-159, 日本地質学会.
- 矢野寛幸・島田昱郎, 1984. 隠岐島後新第三系中の海緑石. 島根大学地質学研究報告, (3):121-128.

摘 要

平田大二・斎藤靖二・永幡寛三・寺島靖夫・岡田嘉夫・加藤 昭, 2010. 神奈川県山北町人遠の神縄逆断層破砕帯中の赤鉄鉱－石英岩中に産する海緑石. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (39): 21-24. (Hirata, D., Y. Saito, H. Nagahata, Y. Terashima, Y. Okada & A. Kato, 2010. Glauconite in Hematite-Quartz Rock in the Fault Crush Zone of Kan-nawa Reverse Fault at Hitotou, Yamakita-machi, Kanagawa Prefecture, Japan. *Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.)*, (39): 21-24.)

神奈川県山北町人遠に露出する神縄逆断層破砕帯を構成する丹沢層群本谷川層中の赤鉄鉱－石英岩中に、暗灰緑色の海緑石を確認した。海緑石は、厚さ 2 ～ 10cm の脈状または層状に濃集する。地層の境界とほぼ平行な割れ目に沿ってやや光沢のある暗灰緑色で切れ切れの薄い小片を成すものと、砂岩粒子をなす石英と同程度の大きさで径 0.1 mm 程度の大きさの粒状をなすものが認められる。エネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (EPMA) による組成分析を補正した結果、SiO₂ 49.99、Al₂O₃ 4.46、Fe₂O₃ 23.49、FeO 2.18、MgO 4.16、CaO 0.44、Na₂O tr、K₂O 8.65、計 93.37% を得た。残り 6.63% を H₂O とした実験式は、 $(K_{0.82}Ca_{0.04})_{\Sigma 0.86}(Fe^{3+}_{1.31}Mg_{0.46}Fe^{2+}_{0.14}Al_{0.10})_{\Sigma 2.01}[(OH)_2](Si_{3.71}Al_{0.29})_{\Sigma 4.00}O_{10}] \cdot 0.64H_2O$ となった。X 線粉末回折実験結果では、10.18 (強)、4.53 (中)、3.64 (中)、3.34 (強)、3.08 (弱)、2.58 (中強)、2.40 (中)、1.511 (中) の反射を確認した。これらは ICDD Card No. 9-439 に与えられた 2 M 型海緑石のものとよく一致する。本産地が丹沢山地を構成する広域変成岩帯の一部に含まれ、その中の沸石相に属するとされていることから、本産地の海緑石は沸石相程度の広域変成条件の産物であった可能性が大きい。

(受付 2009 年 11 月 20 日 ; 受理 2010 年 1 月 27 日)